

Азовцева И.К.

Адаптивный механизм как основополагающий элемент концепции управления экономико-социальными системами

Любая сфера деятельности в окружающей среде связана с необходимостью воздействия на различные объекты с целью приведения их в желаемое состояние.

Внешние воздействия на объект, направленные на изменение траектории его естественного движения для достижения определенной заданной цели, будем называть управлением объектом.

Управление объектами, различными по своей природе (социально-экономическими, техническими, биологическими), подразумевает использование концептуально общих принципов, включающих наличие информации о:

- конечной цели управления;
- начальных условиях функционирования объекта;
- его внутренней структуре;
- внешней среде.

Постановка цели управления (цели функционирования объекта) является отправной точкой для проектирования процесса управления и определяет критерии функционирования объекта. Если рассматривать произвольный процесс управления объектом любой природы, то становится очевиден следующий вывод. При отсутствии

определенной заранее цели, проектирование процесса управления не имеет смысла.

Начальные условия описывают координаты состояния объекта с учетом конкретных значений его параметров в нулевой момент времени, выбранный для целей управления. в зависимости от целей могут быть выбраны различные временные интервалы и соответствующие значения координат.

Внутренняя структура отображает закономерности функционирования объекта. Это может быть функция, алгоритм или программа, описывающие объект.

Внешняя среда дает объективную характеристику окружающим условиям, параметрам и структуре внешних объектов, взаимодействующих в той или иной степени с данным объектом. Как можно более полное отображение внешней среды повышает вероятность совпадения предполагаемых и фактических последствий принятия решений в процессе управления.

Управление объектом включает:

- проектирование плановой траектории его движения в соответствии с определенным критерием;
- проектирование регулятора, корректирующего координаты объекта в соответствии с плановой траекторией.

Проектирование траектории движения объекта связано с решением следующих объективных задач. Во-первых, определение начальных координат движения объекта. Во-вторых, описание условий и параметров конечного состояния его функционирования (конечные координаты траектории движения). В-третьих, задание критерия качества объекта при одновременном выполнении условия попадания значения данного критерия в заданную область. Критерий качества определяет уровень приемлемости функционирования объекта в процессе его движения в заданной цели. Критерий качества может быть задан в виде условия достижения им экстремума некоторой функции либо попадания его в заданный интервал.

Решению задачи построения плановой траектории управляемого объекта посвящено огромное количество трудов ученых-математиков. Несмотря на это, рассмотрев

подробно некоторые попытки использования результатов этих исследований, мы пришли к выводу, что математическая формализация данной проблемы не имеет практической значимости и не может применяться при проектировании методов воздействия на реальный объект управления. Обоснованность данного утверждения подтверждается тем фактом, что «любая попытка осуществить перевод объекта ... под действием управления ... из начального состояния (x_0) в желаемое конечное (x_k) упирается в принципиальную невозможность математически точного определения начальных условий x_0 объекта» [4]. С подобной проблемой связана также необходимость формализации воздействия внешних возмущений на объект в процессе его функционирования. Таким образом, фактическое состояние объекта при движении его вдоль расчетной траектории будет отличаться от планового даже при наличии взаимодуоднозначности плановых и фактических управленческих воздействий.

Построение регулятора связано с понятием обратных связей. Функцией регулятора является решение задачи оптимизации функционирования объекта - гашение возмущающих внешних импульсов, возникающих при его движении вдоль плановой траектории в каждый момент времени. Работу регулятора можно описать следующей схемой.

1. Регулятор при помощи обратных связей идентифицирует координаты объекта в каждый момент времени t .
2. Сравнивая их с плановыми координатами, он делает вывод о необходимости дополнительного управляющего воздействия на объект.
3. В случае необходимости, в соответствии с заданным критерием качества регулятор формирует оптимальное управляющее воздействие.
4. Воздействует на объект с целью приближения его текущих координат к плановой траектории.

Однако на практике построение плановой траектории и регулятора часто оказывается недостаточным для эффективного управления объектом. Регулятор способствует

решению лишь частной задачи управления – поддержание заданных законов изменения во времени параметров объекта. Невозможность точной математической формализации структуры объекта, погрешность измерений, отсутствие достоверной информации о начальных координатах, наличие непредсказуемых заранее дополнительных внешних воздействий, неопределенного характера помех, возникающих в процессе движения объекта вдоль плановой траектории, предопределяет необходимость реагирования управляющих воздействий на изменения параметров объекта и характеристик внешней среды. Такого рода адаптация (приспособление) происходит путем изменения структуры и параметров регулятора.

Адаптивной моделью системы управления объектом будем называть такую модель, в которой в результате изменения характеристики внутренних и внешних свойств объекта происходит соответствующее изменение структуры и параметров регулятора управления с целью обеспечения стабильности функционирования объекта.

Эффективность управления реальными объектами, как показывает практика, обычно имеет прямую зависимость от степени использования адаптивного механизма в процессе управления независимо от природы управляемого объекта.

Адаптацию в широком смысле понимают как приспособление системы к изменению условий [6]. Конкретизация определения адаптации связана с целями исследования и конструирования.

Адаптация в кибернетике – это накопление и использование информации для достижения оптимального в некотором смысле состояния или поведения системы при начальной неопределенности в изменяющихся внешних условиях [6]. Адаптивной считают систему, которая может приспосабливаться к изменениям внутренних и внешних условий [3]. Наряду с понятием адаптивной системы существует понятие управления с адаптацией (адаптивное управление), т.е. управление в системе с неполной априорной информацией об управляемом процессе, которое изменяется по мере накопления информации и применяется с целью улучшения качества работы системы. Такое значение термина «адаптация» сложилось в теории управления под влиянием технических приложений. В литературе существуют также, кроме указанных, другие определения адаптации и родственных ей понятий [2, 5, 7, 8, 9]. Сущность их заключается в следующем. Наши знания об объекте и среде, в которой он функционирует, неопределенны. Известна лишь принадлежность их к заданному классу. Кроме того, задана цель управления, от которой зависит желаемое поведение объекта. Необходимо найти алгоритм управления (адаптивный регулятор), обеспечивающий

достижение цели за конечное время для любого объекта и условий его функционирования, принадлежащих заданному классу.

По [6] адаптивные системы функционируют в соответствии с определенными принципами.

1. Принцип необходимого разнообразия. Он утверждает, что разнообразие управляющей системы должно быть не меньше разнообразия объекта управления. В отличие от адаптивных, иные («неадаптивные») системы управления должны для поддержания способности управления объектом включать небольшое число объектов. Адаптивные системы подразумевают отсутствие определенного стационарного закона управления для элементов заданного класса. В процессе функционирования системы, чем больше проявляется ее разнообразие, тем в большей степени должны происходить изменение ее параметров и структуры.

2. Принцип дуального управления. Управляющие воздействия носят двойственный характер. С одной стороны, они призваны управлять объектом, с другой служат для изучения ее свойств и закономерностей для последующих управляющих воздействий. То есть, структура управляющих воздействий должна изменяться в соответствии с изменениями параметров системы объекта управления.

3. Принцип обратной связи. При помощи обратной связи происходит измерение характеристик управляемого объекта и вырабатываются реакции, выражающиеся в управляющих воздействиях.

Целью нашего исследования будет являться рассмотрение как класса объектов, имеющих экономико-социальную природу, связанных с функционированием экономико-социальных систем и проистекающих в них процессов.

Существенные особенности экономико-социальных систем не дают возможности использовать в полной мере схему и методы адаптивного управления, разработанные для технических систем.

Экономико-социальные системы характеризуются большим набором факторов, значительно усложняющих управление ими:

- трудности при определении начальных координат системы, усугубляющиеся практической невозможностью их точного измерения;
- отсутствие четкой структуры и периодичности процессов;
- нерегулярность проявления свойств;
- нерегулярность воздействия внешних факторов;
- трудность четкого определения критерия функционирования;
- определенная вероятность изменения заданной цели движения системы;
- вероятностный характер параметров процессов;
- отсутствие стационарности внутренних и внешних характеристик процессов.

Управление в экономико-социальных системах не может вестись по усредненным характеристикам, так как не дает должного эффекта: пока оно ведется, изменяются и сама система, и ее окружающая среда. Вследствие этого, математическая формализация процесса управления экономико-социальными системами ведет к построению модели, не являющиеся в достаточной степени адекватной реальной системе.

Существенное отличие экономико-социальных систем от технических обусловлено качественным различием типов их параметров. Параметры в технических системах имеют, как правило, строго определенные физические размерности. Формализация при этом происходит с помощью применения строго определенных физических и математических законов. Для экономико-социальных систем проведение формализации подобным образом трудно реализуемо вследствие возникающих трудностей точного описания элементов, их параметров и взаимосвязей между элементами.

Таким образом, управление процессами в социально-экономических системах связано с необходимостью принятия решений в условиях неопределенности и вероятностной природы параметров процессов.

Трудности формализации экономико-социальных систем обосновывают необходимость применения в системах указанного типа адаптивного механизма управления, подразумевающего необходимость изменения структуры и параметров модели описания процесса, происходящего в экономико-социальных системах, в соответствии с изменением характеристик самого процесса.

Положение координат системы в процессе ее движения вдоль плановой траектории определяется не конкретной точкой на кривой, а в определенном интервале относительно этой точки. В условиях, когда четко определить и формализовать ограничения или целевую функцию невозможно, часто применяются итерационные методы проектирования процессов. Для этого при управлении процессом в экономико-социальных системах он рассматривается не на всей плановой траектории, а на интервалах времени $[t_k, t_{k+1}]$.

Таким образом, в связи с обоснованной необходимостью при проектировании управления экономико-социальными системами учета их нестационарности и эволюционирования во времени, использование формальных методов моделирования таких систем минимизируется вследствие их «...большой размерности, недостаточной априорной информацией, наличием плохо формализуемых факторов, нечеткостью критериев оценки принимаемых решений и т. д.» [6]. Математически формализованные модели управления не дают адекватной картины процесса, не позволяют в полном объеме учитывать возмущения, действующие на экономико-социальную систему в процессе ее функционирования, а также производить компенсации отклонений, возникающих в системе вследствие этих возмущений.

Прежде всего для проектирования системы управления экономико-социальными объектами необходимо определить структуру модели процесса. Так как реально она не известна заранее, необходимо проектировать модели с гибкими структурой и параметрами. То есть, в модели, описывающей процесс, должны изменяться структура и параметры в соответствии с изменениями характеристик процесса при функционировании. Такая модель, в соответствии с принятыми нами положениями, будет называться адаптивной. Ее построение связано с использованием итеративных методов. При этом в каждый момент времени функционирования экономико-социальной системы производится оценка значений ее параметров по данным входных и выходных переменных.

Одним из определяющих факторов, обуславливающим применение адаптивных моделей, является нестационарность внешней среды. Невозможность формального описания возмущающих воздействий в экономико-социальных системах связана со специфической природой отклонений, происходящих в соответствующих процессах и с вероятностным характером их появления. Необходимость учета изменений внешней среды в условиях неопределенности приводит к применению адаптивных моделей. Адаптивная подстройка формальной модели производится по данным текущей и прогнозируемой информации о входных и выходных переменных системы.

Сложность, нестационарность и неопределенность экономико-социальных систем не позволяет использовать прямой и идентификационный подходы при проектировании методов адаптации, разработанные для технических систем. В технических системах, несмотря на различие в размерности физических величин управления и характеристик процесса, обычно можно отразить их взаимосвязь формальным образом как совокупность формализованных моделей.

Современные экономико-социальные системы отличаются большим количеством элементов и связей между ними, высокой степенью динамичности, наличием нефункциональных связей между элементами, воздействием различных по своему характеру помех [6]. Процессы, протекающие в этих системах, плохо формализуемы. Поэтому задача синтеза оптимального управления решается в два этапа: строится программная (плановая) траектория и определяется управляющее воздействие, реализующее программу. С точки зрения систем экономико-социального типа эти этапы носят название «планирование» и «регулирование». Планирование трактуется как определение оптимальной программы траектории управляемой экономико-социальной системой на конкретный период времени, а регулирование – как нахождение управляющих воздействий, которые направлены на устранение дестабилизирующих воздействий случайных возмущений, отклоняющих управляемую экономико-социальную систему от оптимальной программной траектории.

Описание динамических свойств экономико-социальных систем в формализованном виде практически невозможно, так как трудно указать функциональную взаимосвязь между состоянием и управлением. То есть невозможно определить параметры системы управления по параметрам объекта управления и, следовательно, нет возможности построить алгоритм адаптера. Это вызвано многими причинами. Одна из них – сложность процессов, протекающих в экономико-социальных системах. В результате, не создавая модели системы управления в целом, строят модели планирования и регулирования. Связи управляющего органа и управляемого процесса отражают в них путем учета параметров, описывающих объект как таковой. Последние выступают в качестве параметров моделей задач планирования и регулирования. Именно по этим моделям исследуется характер влияния на план или регулирующее управление изменение параметров.

К другим причинам относится действие субъективных факторов, обусловленных участием человека в процессах экономико-социальных систем, который принимает решения в ходе выполнения работы. Многие факторы, характеризующие функционирование экономико-социальной системы, трудноизмеримы, а между некоторыми существуют качественные отношения. Кроме того, ход планируемого и регулируемого процесса, а также внешние воздействия на него нельзя точно предсказать из-за влияния случайных

факторов. Для экономико-социальных систем характерна неопределенность, истинная и информационная. Первая – объясняется свойствами экономико-социальных процессов и внешней среды, вторая – неточностями измерения экономико-социальных процессов [1].

Таким образом, адаптивная модель управления экономико-социальными системами состоит из двух взаимосвязанных частей: адаптивной системы планирования и адаптивной системы регулирования, которые структурно представляют собой полную идентичность и состоят из следующих взаимосвязанных частей:

- модель планирования (регулирования);
- имитационная модель формирования процесса;
- внутренний (имитационный) адаптер;
- внешний (объектный) адаптер.

Внешний адаптер на основе анализа характеристик объекта и внешней среды выбирает модель задачи планирования, а также имитационную модель, осуществляя тем самым структурную адаптацию системы управления. Затем по результатам выполнения планов прошлых периодов и прошлых возмущающих воздействий он подстраивает параметры в модели планирования (регулирования) и имитационной модели, включающей имитационные модели объекта, среды и системы регулирования. По имитационной модели осуществляется реализация плана, и оцениваются потери, не позволяющие достичь потенциального эффекта. Имитация реализации плана выполняется несколько раз для получения статистически значимых оценок показателей плана. Если план с учетом возможностей его реализации приемлем, то он принимается к исполнению. В противном случае внутренний адаптер, основываясь на результатах имитации, подстраивает параметры модели планирования и модели регулирования, и работа схемы повторяется, начиная с пересчета плана при новых параметрах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики. – М.: Статистика, 1978.
2. Деревницкий Д.П., Фрадков А.Л., Прикладная теория дискретных адаптивных систем управления. – М.: Наука, 1981.
3. Математика и кибернетика в экономике. – М.: Экономика, 1975.
4. Политехнический словарь. Гл. редактор И.И.Артоболевский. М.: «Советская энциклопедия», 1977.
5. Саридис Дж. Самоорганизующиеся стохастические системы управления. – М.: Наука, 1980.
6. Скурихин В.И., Забродский В.А., Копейченко Ю.В. Проектирование систем адаптивного управления производством. Х.: «Вища школа», 1984.
7. Срагович В.Г. Адаптивное управление. – М.: Наука, 1981.

8. Фишберг П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978.
9. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. – М.: Наука, 1981.